

Investigación e Innovación Educativa en Docencia Universitaria. Retos, Propuestas y Acciones

Edición de.

Rosabel Roig-Vila
Josefa Eugenia Blasco Mira
Asunción Lledó Carreres
Neus Pellín Buades

Prólogo de.

José Francisco Torres Alfosea
Vicerrector de Calidad e Innovación Educativa
Universidad de Alicante

Edición de:

Rosabel Roig-Vila
Josefa Eugenia Blasco Mira
Asunción Lledó Carreres
Neus Pellín Buades

© Del texto: los autores (2016)

© De esta edición:

Universidad de Alicante
Vicerrectorado de Calidad e Innovación educativa
Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) (2016)

ISBN: 978-84-617-5129-7

Revisión y maquetación: Neus Pellín Buades

VERTICAL. Estudio de las demandas relacionadas con el análisis de datos a lo largo del Grado en Biología y propuestas para el aprendizaje autónomo

J. Zubcoff; S. Bautista; S. Bordera; E. Perez-Rico; J. Buigues-Bisquert; C. Pire; J.L. Girela; F. Santos;
I. Pastor; M. Alonso-Vargas

Facultad de Ciencias

Universidad de Alicante

RESUMEN

La red de investigación en docencia denominada VERTICAL tiene como objetivo estudiar cuales son las principales demandas de análisis estadístico a lo largo del Grado en Biología y en el caso de ser posible, establecer las pautas o soluciones para el aprendizaje autónomo. Para este cometido se ha establecido una estructura piramidal para la recolección de información a través de los coordinadores y coordinadoras de semestre, y por otro lado se ha contactado con estudiantes de los últimos años del grado para recoger información desde la perspectiva del alumnado. Una vez detectadas las necesidades analíticas ha elaborado una primera propuesta de soluciones iniciales que se deberá poner en uso y posteriormente se deberá validar.

Palabras clave: estadística, aprendizaje autónomo, formación integral, evaluación, competencias analíticas.

1. INTRODUCCIÓN

Esta red de investigación en docencia ha tenido como objetivos, por una parte, el identificar las necesidades de formación superior en análisis estadístico en el Grado en Biología, y por otra parte, la propuesta de soluciones de aprendizaje autónomo para el alumnado.

Para abordar estos objetivos se constituyó esta red, con la presencia de todos los coordinadores y coordinadoras de semestre a partir del 2º año, puesto que la asignatura Estadística en el Grado en Biología se encuentra en el segundo semestre del primer año. Además, esta red se completa con la coordinadora del grado y una alumna de cuarto curso y un ex alumno recientemente egresado del grado. Así, la red puede abordar los objetivos con una estructura piramidal, para llegar a todas las asignaturas, concretamente al profesorado responsable de cada asignatura del Grado en Biología de la Universidad de Alicante. Además, como en la mayoría de las redes docentes, esta red cuenta con la participación de estudiantes, que aportan una visión desde la perspectiva del alumnado de las demandas en cuanto a análisis estadístico avanzado, aquellos casos de estudio que no es posible abarcar con los conocimientos básicos que aporta la formación Estadística básica de primero.

Entre las competencias específicas definidas en la memoria del Grado en Biología hay algunas estrechamente relacionadas con la adquisición de conocimiento de análisis matemático y estadístico, desde el diseño experimental, hasta la interpretación de los resultados de un análisis, formulación de modelos y sus restricciones. La Tabla 1 muestra las competencias específicas relacionadas con la Estadística en la memoria del Grado en Biología.

Tabla 1. Competencias específicas del Grado en Biología relacionadas con la Estadística

Competencias específicas
<ul style="list-style-type: none"> • (CE3) Conocer y aplicar los métodos matemáticos y estadísticos para validar modelos a partir de datos experimentales aplicados a la Biología. • (CE30) Interpretar, evaluar, procesar y sintetizar datos e información Biológica. • (CE34) Planificar, diseñar y ejecutar investigaciones prácticas, valorando los resultados. • (CE35) Interpretar los datos procedentes de observaciones y medidas en el laboratorio y campo

Para entender cuáles son las demandas de análisis estadístico avanzado vamos a describir en primer lugar la formación en matemática y estadística que se imparte en el primer año del grado en Biología: la asignatura “Fundamentos Matemáticos” y la asignatura “Estadística”.

1.1 Formación en análisis de datos en el Grado en Biología en la Universidad de Alicante

Las asignaturas del plan de estudios del Grado en Biología en la Universidad de Alicante con objetivos de formación en análisis matemático y estadístico están ubicadas en los dos primeros semestres (asignaturas básicas de Matemática y Estadística).

Tabla 2. Asignaturas de primero de Grado con formación en Estadística y Matemáticas

Fundamentos Matemáticos	Estadística
<ul style="list-style-type: none"> • Créditos: 6 • Tipo: Obligatoria • Semestre: 1º • Competencias Específicas de Conocimiento <ul style="list-style-type: none"> ○ CE3: Conocer y aplicar los métodos matemáticos y estadísticos para validar modelos a partir de datos experimentales aplicados a la Biología. • Competencias Específicas de Habilidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Créditos: 6 • Tipo: Obligatoria • Semestre: 2º • Competencias específicas: <ul style="list-style-type: none"> ○ CE5: Adquirir conocimientos básicos de matemáticas (álgebra y cálculo) y estadística. ○ CE14: Adquirir conocimientos de los diferentes campos de aplicación

<ul style="list-style-type: none"> ○ CE30: Interpretar, evaluar, procesar y sintetizar datos e información Biológica. ○ CE35: Interpretar los datos procedentes de observaciones y medidas en el laboratorio y campo. ○ CE37: Saber buscar, analizar, comprender y redactar textos científicos y técnicos. ○ CE40: Relacionar la Biología con otras disciplinas. • Objetivos formativos <ul style="list-style-type: none"> ○ Conocer los fundamentos del lenguaje matemático. ○ Ser capaz de utilizar las propiedades de las matrices para formular y resolver sistemas de ecuaciones lineales. ○ Conocer tanto las propiedades como las distintas aplicaciones de los determinantes. ○ Conocer los conceptos de espacio y subespacio vectorial, dependencia e independencia lineal, base y dimensión. ○ Conocer el concepto de aplicación lineal y sus propiedades. ○ Conocer las propiedades de las funciones más utilizadas en Biología. ○ Ser capaz de derivar e integrar funciones reales de una variable real. ○ Conocer aplicaciones de las ecuaciones diferenciales a la Biología y saber resolver ecuaciones diferenciales sencillas. • Contenido: <ul style="list-style-type: none"> B0: INTRODUCCION ○ T1: Introducción al lenguaje matemático. 	<p>(recursos, ordenación y gestión, conservación, infraestructuras, etc.) de las ciencias marinas.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ CE20: Demostrar el conocimiento y comprensión de los métodos inductivos y deductivos, elaboración de hipótesis y diseño experimental. ○ CE30: Ser capaz de llevar a cabo procedimientos estándares de muestreo en el mar y en el laboratorio implicados en trabajos de investigación. ○ CE31: Realizar, presentar y defender textos e informes científicos, tanto de forma escrita como oral ante una audiencia. ○ CE32: Reconocer y analizar nuevos problemas en las ciencias marinas, así como de otras ciencias, y planear estrategias de actuación. • Objetivos formativos: <ul style="list-style-type: none"> ○ Adquirir y aplicar los conocimientos básicos de la Estadística aplicada a la Biología. ○ Conocer y aplicar los aspectos básicos de la estrategia de muestreo y el tratamiento de los datos. ○ Adquirir la capacidad de resolver problemas relativos a la Biología y relacionarlos con otras disciplinas. ○ Desarrollar la capacidad para comunicar resultados de experimentos biológicos • Contenido: <ul style="list-style-type: none"> ○ B0. Distribuciones de probabilidad <ul style="list-style-type: none"> ▪ T1. Discretas: Poisson, Binomial
--	---

<p>Notación. Nociones elementales de lógica proposicional.</p> <p>B1: ALGEBRA</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ T2: Matrices y sistemas de ecuaciones lineales. 2.1 Matrices. 2.2 Determinantes. Rango. 2.3 Resolución de sistemas lineales. Método de Gauss. 2.4 Método de Cramer ○ T3: Espacios vectoriales y aplicaciones lineales. 3.1 Aplicaciones lineales. 3.2 Propiedades de las aplicaciones lineales. 3.3 Operaciones algebraicas con aplicaciones lineales. 3.4 Aplicación del cálculo matricial al estudio de las aplicaciones lineales. 3.5 Cambio de base. 3.6 Matrices semejantes. 3.7 Determinantes. 3.8 Valores y vectores propios. 3.9 Diagonalización de una matriz. <p>B2: ANALISIS</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ T4: Funciones de una variable real: continuidad y límites. 4.1 Concepto de función. Dominio y rango. 4.2 Límites y continuidad. 4.3 Teoremas sobre funciones continuas. ○ T5: Cálculo diferencial en una variable. 5.1 Derivada de una función. 5.2 Cálculo de derivadas. Regla de la cadena. 5.3 Teoremas sobre funciones derivables. 5.4 Interpretación de la derivada. 5.5 Estudio de Funciones. Crecimiento, decrecimiento, máximos y mínimos. Concavidad y convexidad. Representación gráfica de funciones. 5.6 Regla de l'Hôpital. Indeterminaciones. 5.7 Aplicaciones a problemas de optimización. 5.8 Fórmula de 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ T2. Continuas: Normal ○ B1. Contrastes de bondad de ajuste <ul style="list-style-type: none"> ▪ T3. Variables discretas ▪ T4. Variables continuas ○ B2. Contrastes para los parámetros de la Normal <ul style="list-style-type: none"> ▪ T5. Contrastes para los parámetros de una población Normal ▪ T6. Contrastes para los parámetros de dos poblaciones Normales Independientes. ▪ T7. Contrastes para los parámetros de dos poblaciones Normales Dependientes. ○ B3. Análisis de la Varianza (ANOVA) <ul style="list-style-type: none"> ▪ T8. Análisis de la varianza de un factor. ▪ T9. Comparaciones múltiples “a posteriori” ○ B4. Contrastes para proporciones <ul style="list-style-type: none"> ▪ T10. Contrastes para una y para dos proporciones ○ B5. Medidas de asociación entre dos variables <ul style="list-style-type: none"> ▪ T11. Tablas de contingencia para variables discretas ▪ T12. Correlación entre variables continuas ○ B6. Regresión lineal <ul style="list-style-type: none"> • T13. Modelos de regresión simple
--	---

<p>Taylor.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ T6: Cálculo integral en una variable. 6.1. Cálculo de primitivas. 6.2 Integral Definida. 6.3 Área de un recinto plano. Concepto de integral definida. 6.4 Propiedades de la integral definida. 6.5 Teorema Fundamental del Cálculo. 6.6 Aplicaciones de la Integral Definida. Volumen de un cuerpo de revolución. Longitud de arco de una curva y área de una superficie de revolución. ○ T7: Ecuaciones diferenciales 7.1. Definición de ecuación diferencial (E.D.) Nomenclatura y ejemplos. 7.2. Clasificación de las E.D. 7.3 Técnicas de resolución de las ecuaciones diferenciales de 1er orden. 7.4 Estudio particular de las E.D. de segundo orden. 7.5 Las E.D. lineales de orden n. Técnicas de resolución. 7.6 Generalidades sobre sistemas. Definición y nomenclatura. Clasificación de los sistemas lineales 7.7 Métodos de resolución. 7.8 Modelos Depredador-Presa: Sistemas Lotka-Volterra. 	
---	--

1.2 Revisión de la literatura

Esta sección tiene dos apartados, en primer lugar la propia revisión de la literatura, y en segundo lugar revisión de cómo abordan otros grados en biología en el contexto español las cuestiones relacionadas con el análisis estadístico.

1.2.1 Trabajos relacionados

La revisión de trabajos de investigación en docencia relacionados con los aspectos de formación estadística aplicada a la biología tienen tanto enfoques metodológicos como en

Waltz (2015), donde se puede leer una propuesta de asignatura Estadística aplicada a la Biología, como enfoques de orden más experimental en Guerra-García et al. (2011) donde se analizan los resultados de una implementación con mayor orientación de estadística experimental en la biología marina. Finalmente, en el trabajo de Escalante-Gómez (2010) estudia las actitudes de alumnos de posgrado hacia la estadística aplicada a la investigación. En todos los casos, se pone en evidencia la necesidad de una formación avanzada en estadística para las ciencias experimentales, y sobre todo, la valoración positiva por parte del alumnado.

1.2.2 Planes de estudio en otras universidades españolas

Además se han revisado los planes de estudio para los grados en Biología de las universidades de Alicante, La Laguna, Complutense de Madrid y Autónoma de Barcelona, en todos los casos revisados las versiones disponibles para el curso 2015-2016. Esta revisión ha servido para tener una perspectiva amplia de cómo afrontar las necesidades de formación estadística en los grados en Biología. La Figura 1 representa de manera esquemática la formación básica en estadística presente en estas cuatro universidades.

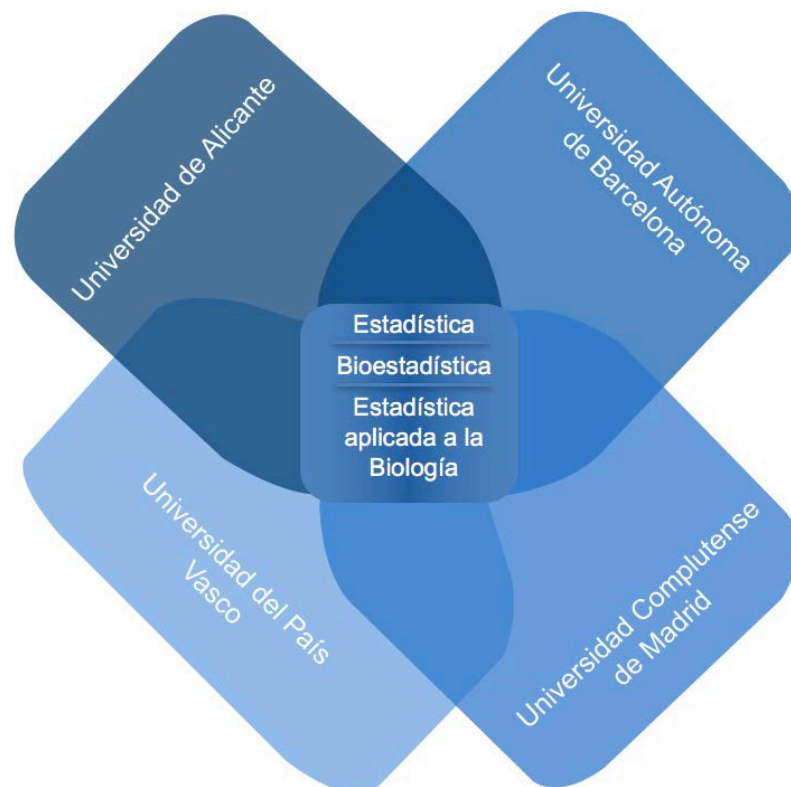


Figura 1. Esquema de asignaturas de formación estadística en algunas universidades españolas

Para llevar a cabo el análisis comparativo con la oferta en el Grado en Biología de la Universidad de Alicante se han seleccionado 3 planes de estudio de otras tantas universidades españolas entre las que mayor nota de corte tienen para el grado en Biología: la Universidad Autónoma de Barcelona, la Universidad Complutense de Madrid y la Universidad del País Vasco. En la Tabla 3 se presentan los contenidos de las asignaturas relacionadas con la formación estadística en cada uno de estos planes de estudio.

Tabla 3. Formación relacionada con estadística en otros planes de Biología

Grado en Biología de la Universidad Complutense de Madrid	Grado en Biología Universidad Autónoma de Barcelona.
<ul style="list-style-type: none"> • Asignatura Estadística aplicada a la Biología • Créditos: 6 • Tipo: Obligatoria • Semestre: 2º • Competencias transversales y genéricas: <ul style="list-style-type: none"> ○ Analizar y resolver problemas cualitativos y cuantitativos en el área de la Biología. (CG6) ○ Evaluar, interpretar y sintetizar datos e información biológica. (CG8) ○ Interpretar datos procedentes de observaciones y medidas en términos de su significación y de los modelos explicativos que las apoyan. (CG12) ○ Desarrollar buenas prácticas científicas de observación, medida y experimentación. (CG13) ○ Demostrar razonamiento crítico y autocrítico. (CT2) ○ Gestionar información científica de calidad, bibliografía, bases de datos especializadas y recursos accesibles a través de Internet. (CT4) 	<ul style="list-style-type: none"> • Asignatura: Bioestadística • Créditos: 6 • Tipo: Obligatoria • Semestre: 1º • Competencias transversales y genéricas: <ul style="list-style-type: none"> ○ Aplicar recursos estadísticos e informáticos a la interpretación de datos. ○ Comprender, interpretar y utilizar herramientas matemáticas y estadísticas en la resolución de problemas biológicos. ○ Desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo. ○ Obtener información, diseñar experimentos e interpretar los resultados biológicos. ○ Tener capacidad de análisis y de síntesis. ○ Trabajar en equipo. • Contenido: <ul style="list-style-type: none"> ○ 1. Estadística descriptiva. Datos y error aleatorio. Escaleras de medida. Análisis descriptivo de datos provenientes de una variable: distribuciones de frecuencia, representaciones gráficas, resúmenes numéricos (medidas de posición,

<ul style="list-style-type: none"> ○ Utilizar las herramientas y los programas informáticos que facilitan el tratamiento de los resultados experimentales. (CT7) ○ Defender los puntos de vista personales apoyándose en conocimientos científicos. (CT9) ○ Adquirir capacidad de organización, planificación y ejecución. (CT11) ● Competencias específicas: <ul style="list-style-type: none"> ○ Analizar e interpretar el carácter aleatorio de los procesos biológicos. ○ Diseñar modelos probabilísticos de procesos biológicos. ○ Diseñar e interpretar los resultados de los experimentos científicos sobre fenómenos biológicos. ○ Comprensión de los procesos inferenciales y de predicción estadística. ○ Elaboración e interpretación de Intervalos de Confianza. ○ Planteamiento, resolución e interpretación de contrastes de hipótesis científicas. ○ Capacidad para el manejo de programas informáticos de Estadística. ● Contenido: <ul style="list-style-type: none"> ○ BLOQUE 1: Probabilidad de sucesos. Espacio muestral, probabilidades condicionadas, independencia de sucesos. TEMA 1 ○ BLOQUE 2: Variable aleatoria. Leyes de probabilidad y parámetros. Independencia y correlación de variables aleatorias. Modelos de probabilidad. TEMAS 2-6 <p>BLOQUE 3: Muestreo aleatorio. Estadísticos . Estimación de parámetros. TEMAS 7-8</p>	<p>de dispersión y de forma). Análisis descriptivo de datos provenientes de dos variables: correlación y recta de regresión, medidas de contingencia. El software R y la interface gráfica de usuario DeduceR.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 2. Probabilidad. <p>Propiedades básicas de la probabilidad. Probabilidad condicionada. Fórmula de las probabilidades totales. Fórmula de Bayes. Independencia de acontecimientos. Variables aleatorias discretas: Bernoulli, Binomial y Hipergeométrica. Esperanza y variancia de una variable aleatoria. Variables aleatorias continuas: la Normal. Aproximación de la Binomial por la Normal. Independencia de variables aleatorias.</p> ○ 3. Inferencia estadística. <p>Introducción al Estadística: población y muestra, parámetros y estimadores. Distribución de la media muestral en el caso normal con variancia conocida: el Z-estadístico. Intervalo de confianza para la media de la normal, con variancia conocida. La distribución t de Student. El caso de la variancia desconocida: el T-estadístico y el intervalo de confianza para la media de la normal con variancia desconocida. La proporción muestral. Intervalo de confianza asintótico para la proporción. Introducción a los tests de hipótesis. Test de hipótesis para la media de la normal con variancia conocida y con variancia desconocida. Tests de hipótesis para la proporción. Tests de hipótesis para comparar dos poblaciones</p>
--	---

BLOQUE 4: Contrastes de hipótesis. Análisis de la Regresión lineal. TEMAS 9-12	<p>normal. El test de Levene de comparación de variancias. El caso de dos poblaciones dicotómicas. El test de Shapiro-*Wilk de normalidad. Tests no paramétricos para la comparación de medias. El test de bondad de ajustamiento de la χ^2 y el test de independencia.</p> <p>Tests de hipótesis para comparar más de dos poblaciones normales: introducción a Análisis de la Variancia (ANOVA).</p>
--	---

Tabla 3 (cont.). Formación relacionada con estadística en los planes de Biología

Grado en Biología Universidad del País Vasco
<ul style="list-style-type: none"> • Asignatura: Bioestadística • Créditos: 6 • Tipo: Obligatoria • Semestre: 2º • Competencias: <ul style="list-style-type: none"> ○ Organizar en forma de fichero los datos recogidos de un experimento o trabajo de investigación, definiendo la unidad experimental y las variables/características a estudio ○ Utilizar un software básico para el análisis estadístico de los datos recogidos en el experimento o trabajo de investigación ○ Describir o resumir los datos recogidos en un experimento o trabajo de investigación; utilizando tablas, gráficos y/o estadísticos ○ Escoger la técnica de análisis estadístico adecuada para responder a la pregunta científica planteada en el experimento o

trabajo de investigación a partir de los datos recogidos

- Plantear y realizar inferencia estadística básica en una o dos poblaciones
- Interpretar los resultados obtenidos de un análisis estadístico básico y utilizarlos para sacar conclusiones científicas
- Evaluar, interpretar y sintetizar datos e información biológica.
- Procesar e interpretar datos procedentes de observaciones y medidas de acuerdo con modelos explicativos

- Contenido:

- Tema 1. Estadística descriptiva: Introducción, tabla estadística, representaciones gráficas; estadísticos, datos agrupados.
- Tema 2. Probabilidad: Introducción, cálculo, probabilidad condicional, independencia, Teorema de Bayes y aplicaciones.
- Tema 3. Variables aleatorias: Introducción, variables discretas y continuas, esperanza y varianza, distribución binomial, distribución de Poisson y distribución normal.
- Tema 4. Inferencia estadística para una población: Población y muestra, estimación puntual e intervalos de confianza para la media y la varianza.
- Tema 5. Contraste de hipótesis para una población: Introducción, conceptos generales, contraste de hipótesis para la media y la varianza.
- Tema 6. Inferencia para dos poblaciones:

Estimación y contraste de hipótesis para la diferencia de medias de poblaciones independientes, datos apareados.

- Tema 7. Inferencia en poblaciones binomiales: Estimación y contraste de hipótesis para la proporción en una y dos poblaciones.
- Tema 8. Aplicaciones de la ji-cuadrado: Tablas de contingencia, prueba de homogeneidad e independencia de poblaciones, bondad de ajuste.
- Tema 9. Análisis de la varianza: Introducción, análisis de la varianza de un factor, comparaciones múltiples.
- Tema 10. Regresión lineal simple: Introducción, regresión y correlación, inferencia.

Los contenidos comunes a estos tres planes de estudio se resumen en la Figura 2. En el caso de contrastes de hipótesis e inferencia estadística en ningún caso se incluye análisis multifactorial. En las relaciones entre variables, se adquiere formación en análisis bivariante, pero no multivariante.

En el resto de grados en universidades españolas se observa una formación estadística similar, por tanto cualquier necesidad analítica que requiera un análisis multivariante o multifactorial requerirá el aprendizaje autónomo, o una dedicación de un determinado número de horas de las otras asignaturas para formar al alumnado en la solución de tales análisis.

De las 30 universidades públicas y privadas españolas donde se puede estudiar el Grado en Biología, en general comparten el diseño de las 3 universidades antes mencionadas. Todas tienen al menos una asignatura relacionada con la Estadística (a veces denominada como Bioestadística) planificada para el primer año de la carrera como básica u obligatoria. En algunos casos, como en el Grado en Biología de la Universidad de La Laguna se imparte además una asignatura de análisis de datos más avanzado como es

“Computación científica y análisis de datos”, o como en el caso de la Universidad de León incluye una asignatura “Técnicas de muestreo y diseños experimentales”.



Figura 2. Esquema de temas comunes a los planes de estudio revisados

1.3 Propósito.

El objetivo de este trabajo de investigación en docencia es detectar las necesidades formativas de análisis estadístico que pueden servir para la ampliación y mejora de la formación analítica y en relación a las competencias específicas del Grado en Biología. Este propósito puede servir para establecer un nuevo nivel formativo que puede ser un hecho diferencial en el ámbito profesional en las circunstancias competitivas en las que se encuentra un egresado de un grado actual.

Además, se pretende estudiar las opciones formativas de aprendizaje autónomo que mejor se ajusten a las necesidades específicas formativas detectadas.

A continuación describiremos como se han llevado a cabo las tareas realizadas en el marco de la red docente.

2. NECESIDADES FORMATIVAS EN ANÁLISIS ESTADÍSTICO AVANZADO EN EL GRADO EN BIOLOGÍA EN LA UNIVERSIDAD DE ALICANTE

Como el objetivo principal de esta red se centra en detectar las necesidades de formación avanzada en análisis de datos, se plantea hacer un estudio pormenorizado de aquellos contenidos que estén relacionados con dichas necesidades de formación a lo largo del Grado en Biología en la Universidad de Alicante. Por una parte, a partir del plan de estudios de dicho grado, y de las consultas con el profesorado responsables de las asignaturas a través de los coordinadores de semestre, y por otra parte, a partir de las consultas a estudiantes de cursos superiores o egresados.

2.1 Revisión sistemática del plan de estudios y aportaciones de profesorado responsable de asignaturas

Para la primera parte, se ha llevado a cabo una revisión sistemática de los contenidos que requieren una formación estadística y detectar aquellas necesidades no cubiertas con la formación básica en el Grado en Biología impartido en la Universidad de Alicante.

Esta revisión sistemática se ha llevado a cabo mediante reuniones, en primer lugar con las coordinadoras y coordinadores de semestre, para que, mediante su contacto directo con los responsables de cada asignatura de los distintos semestres, soliciten si en alguna práctica, o en algún trabajo grupal o individual, se detecta que la formación estadística no es suficiente y se requiere algún tipo de conocimiento extra, que actualmente tienen que adquirir por medios propios los estudiantes. También en el caso en que el profesorado dedique algunas horas de formación previa, dejar indicado cual es la necesidad de análisis y solicitar en qué medida podría algún medio (material docente, tutorial, o videotutorial, entre otros) ayudar a adquirir tales conocimientos de manera autónoma. Además, se incluyen entre las necesidades formativas, aquellas salidas a campo que requieran un diseño experimental con más de un factor, o cuyos datos recogidos vayan a ser analizados con técnicas multivariantes. La Tabla 4 recoge la estrategia seguida por esta red.

Tabla 4. Estrategia para la revisión de las necesidades formativas en estadística del Grado en Biología

Metodología de la Red docente VERTICAL
<ul style="list-style-type: none"> • Constituir una Red Docente con los coordinadores de semestre del Grado en Biología, coordinadores de Estadística y la coordinadora del grado. • Se invita a formar parte a representantes del alumnado. • Se establecen una serie de reuniones para recabar información acerca de asignaturas con necesidades de análisis de datos (aquellas que soliciten cualquier tipo de análisis estadístico). • Se solicita la misma información a los representantes del alumnado. • Se definen las necesidades de formación estadística. • Se proponen las iniciativas para paliar aquellas necesidades analíticas que no estén cubiertas.

A partir de la recogida de información llevada a cabo por la red se ha obtenido la siguiente relación de actividades con necesidades formativas de análisis estadístico a lo largo del Grado en Biología en la Universidad de Alicante.

Tabla 5. Asignaturas detectadas con análisis estadístico avanzado en el Grado en Biología

Asignatura	Actividad con demanda de análisis estadístico avanzado
<ul style="list-style-type: none"> • Ecología de Poblaciones y Comunidades • Semestre: 5º semestre • Tipo: Obligatoria 	<ul style="list-style-type: none"> • El alumnado realiza un trabajo de investigación en grupo donde el análisis de datos incluye siempre correlaciones y regresiones simples y análisis de varianza de 1 o 2 vías. La asignatura incluye una práctica de dos horas donde se les recuerda conceptos clave y cómo hacer e interpretar estos análisis. Además se les introduce en los ANOVAs de dos factores y el significado de la interacción.
<ul style="list-style-type: none"> • Métodos en biodiversidad 	<ul style="list-style-type: none"> • El alumnado realiza un trabajo de

<ul style="list-style-type: none"> • Semestre: 6° semestre • Tipo: Obligatoria 	<p>investigación donde el análisis de datos incluye análisis multivariante para medir la biodiversidad.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Biología Marina • Semestre: 7° semestre • Tipo: Optativa 	<ul style="list-style-type: none"> • El alumnado realiza un trabajo de investigación donde el análisis de datos incluye diseño de experimentos para el posterior análisis con ANOVA, y otros análisis que incluyen técnicas analíticas multivariantes.
<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo de Fin de Grado • Semestre: 8° semestre • Tipo: Trabajo de Fin de Grado 	<ul style="list-style-type: none"> • El alumnado realiza un trabajo de investigación donde el análisis de datos suele ser una pieza fundamental, dado que por lo general incorpora restricciones metodológicas y está presente en la mayoría de los resultados usando técnicas de análisis con ANOVA con más de un factor, y diversas técnicas analíticas multivariantes.



Figura 3. Esquema de las necesidades de formación estadística detectadas en cada semestre

En la Figura 3 se presenta un esquema de las necesidades de formación estadística en cada semestre del Grado en Biología en la Universidad de Alicante. Se observa que a partir del tercer año hay una fuerte demanda de análisis multivariantes o multifactoriales. De la lectura de varios Trabajos de Fin de Grado (TFG) presentados por estudiantes de dicho grado en el curso 2014-2015 se ha observado también una gran cantidad de trabajos con análisis estadístico avanzado (no recogido en la formación estadística básica) o de diseño de experimentos multifactoriales.

2.2 Aportaciones del alumnado a la red VERTICAL

La aportación del alumnado ha coincidido por completo con las necesidades detectadas a través de los coordinadores de semestre. En cualquier caso, además se ha recogido la opinión del alumnado, que de manera generalizada apunta que “sería deseable que el alumnado del Grado en Biología acabase la carrera con una formación en estadística suficiente como para afrontar sin problemas cualquier tipo de investigación en el campo de la Biología”.

3. PROPUESTA DE APRENDIZAJE AUTÓNOMO

A partir de las necesidades detectadas, se ha hecho una propuesta inicial donde se contemplan diversas formas de aprendizaje autónomo.

Entre las propuestas de adquisición de conocimiento solo se incluyen aquellas donde el aprendizaje es autónomo, en cualquier formato posible como se observa en la Figura 4.

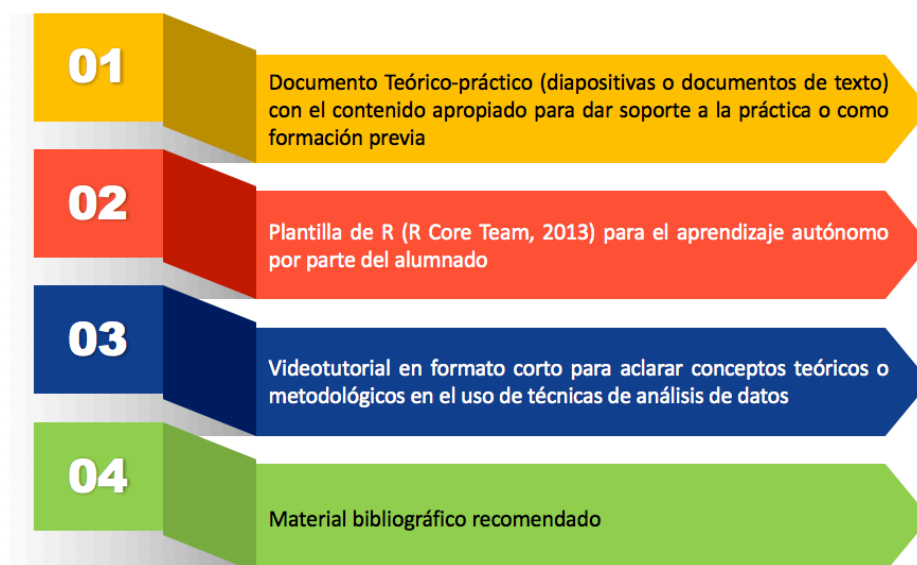


Figura 4. Herramientas para el aprendizaje autónomo

No se ha encontrado una solución óptima para todos los casos detectados, por la complejidad y variabilidad de casos y necesidades, sin embargo se espera que en esta primera edición de la Red Docente se ponga en marcha la primera solución, y se contemplen las alternativas óptimas para el resto de casos.

A continuación presentamos la solución propuesta para la asignatura Ecología de Poblaciones y Comunidades. Dada la actividad planteada, podría ser de utilidad la generación de material de ayuda para el aprendizaje del tema no incluido en la formación básica estadística. La propuesta incluye estos dos apartados:

- Documento Teórico-práctico con el contenido apropiado para dar soporte a la práctica o como formación previa (diapositivas o documentos de texto).
- Plantilla de R (R Core Team, 2013) para el aprendizaje autónomo por parte del alumnado.

En el caso de ser necesario, se podría proponer también uno o varios videotutoriales de corta duración (no más de 5 minutos) para aclarar algunos conceptos específicos.

En el resto de los casos, incluido el Trabajo de Fin de Grado, se deberá abordar las demandas analíticas de manera paulatina dada la amplia variedad de técnicas que requerirían una nueva asignatura, como en el Grado en Ciencias del Mar.

4. CONCLUSIONES

Esta red docente ha detectado una serie de actividades a lo largo las asignaturas del Grado en Biología que requieren una formación estadística avanzada en análisis multifactorial o multivariante, entre otros. Dado que estos conceptos no son adquiridos en la formación estadística de dicho grado, se proponen materiales docentes para el aprendizaje autónomo de manera que pueda servir como ayuda para el alumnado. Cabe destacar que una de las asignaturas en las que se detecta la necesidad de mayor formación estadística es en el Trabajo de Fin de Grado. En opinión del alumnado sería deseable aumentar los conocimientos estadísticos para salir en mejores condiciones que la competencia al mercado laboral. En el futuro se pretende validar la primera propuesta de soluciones a las demandas, y abordar las que sean posibles en los próximos años de manera paulatina y validar las propuestas actuales.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Escalante-Gómez, E. (2010). Actitudes de alumnos de posgrado hacia la estadística aplicada a la investigación. *Revista Encuentro*, volumen 85, pp. 27-38.
- Grado en Biología. Universidad Autónoma de Barcelona. (Consultado en línea en Junio en 2016). <http://www.uab.cat/web/estudiar/listado-de-grados/informacion-general/x-1216708258897.html?param1=1231400870814>
- Grado en Biología. Universidad Complutense de Madrid. Plan de estudios. (Consultado en línea en Junio de 2016). <https://www.ucm.es/estudios/2015-16/grado-biologia>
- Grado en Biología. Universidad de Alicante. Plan de estudios. (Consultado en línea en Junio de 2016). <http://ciencias.ua.es/es/estudios/grados/biologia.html>
- Grado en Biología. Universidad de La Laguna. Plan de estudios. (Consultado en línea en Junio de 2016). http://www.ull.es/view/centros/biologia/grado_en_biologia/es

- Guerra-García, J. M., Espinosa, F., y García-Gómez, J. C. (2011). Innovación docente en biología marina. VIII Jornadas de Innovación Universitaria, Villaviciosa de Odón.
- R Core Team (2013). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>
- Waltz, M.F. (2015). Programa de Estadística aplicada a la Biología: una propuesta. *Revista de Didáctica de las Matemáticas*, volumen 88, pp. 17-29.